SHILAP Revta. lepid., 38 (150), junio 2010: 219-234 CODEN: SRLPEF ISSN:0300-5267

Idoneidad de la red de espacios protegidos de Asturias (España) para las mariposas diurnas y aplicación del principio de complementariedad en la selección de áreas prioritarias (Lepidoptera: Papilionoidea y Hesperioidea)

J. P. Velasco & H. Romo

Resumen

Se comprobó el nivel de cobertura que ofrece la red de espacios protegidos de Asturias (España) a las mariposas diurnas (Papilionoidea, Hesperioidea). De las 145 especies consideradas, solamente una especie, *Pyronia cecilia* (Vallantin, 1894), queda excluida de dicha red, representatividad bastante aceptable a pesar de que su diseño no se realizó basándose en estos insectos. La riqueza de mariposas presente en Asturias representa un 63% del total de la Península Ibérica, siendo un territorio con una elevada diversidad de especies concentrada de forma clara a lo largo de la Cordillera Cantábrica. En ella, dos cuadrículas englobadas en el Parque Nacional de los Picos de Europa (30TUN39 (Covadonga) y 30TUN58 (Sotres)), fueron las que presentaron la mayor diversidad de especies. Además, se comparó la eficacia de la red actual con selecciones de áreas complementarias, "hotspots" de riqueza y rareza, y selecciones aleatorias, considerando una y dos poblaciones. Las selecciones más eficaces albergaron la totalidad de las especies con nueve y 17 cuadrículas UTM de 10 km de lado, para una y dos poblaciones, respectivamente. Las selecciones de áreas prioritarias para la conservación basadas en algoritmos heurísticos han demostrado ser más eficientes (100% de riqueza de especies) que las basadas en puntos de máxima diversidad de riqueza o rareza (98,6%) o que selecciones aleatorias (72,8%). Con base en estos resultados, se propone la ampliación de la red de espacios naturales protegidos en nueve cuadrículas UTM de 10 km de lado, siendo las de mayor prioridad las cuadrículas 29TPH76 (Ibias) y 29TQJ31 (Corias).

PALABRAS CLAVE: Lepidoptera, Papilionoidea, Hesperioidea, complementariedad, análisis de huecos, selección de áreas, espacios protegidos, Asturias, España.

Adequacy of the network of protected areas in Asturias (Spain) for butterflies and application of the complementarity principle in the selection of priority areas (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea)

Abstract

The level of coverage provided by the network of protected areas in Asturias (Spain) to butterflies of the superfamilies Papilionoidea and Hesperioidea was checked. Only one out of 145 species considered (*Pyronia cecilia* (Vallantin, 1894)) is excluded from this network. This representativeness is quite acceptable since its design was not made based on these insects. The butterfly species richness in Asturias represents 63% of the entire butterfly richness in the Iberian Peninsula, being also an area with high species diversity clearly concentrated along the Cantabrian Mountains. Two squares within the boundaries of the National Park Picos de Europa (30TUN39 (Covadonga) and 30TUN58 (Sotres)) showed the highest butterfly species richness. Moreover, the network's effectiveness was compared with selections of complementary areas, richness and rarity hotspots and random selections, considering one or two populations. The most effective selections host all the considered species in nine or 17 10 x 10

km UTM grid squares for one and two populations, respectively. The selection of priority areas based on heuristic algorithms showed more effectiveness (100% of species richness) than those based on hotspots of richness or rarity (98.6%) or random selections (72.8%). Based on these results, the improvement of the network of protected areas in nine 10x10 km UTM grid squares is proposed, being the highest priority the areas of Ibias (29TPH76) and Corias (29TQJ31).

KEY WORDS: Lepidoptera, Papilionoidea, Hesperioidea, complementarity, gap analysis, area selection, protected areas, Asturias, Spain.

Introducción

Ante la pérdida de biodiversidad y la dificultad de modificar la gestión ambiental a lo largo de un territorio, se hace necesaria la creación y conservación de espacios protegidos para la flora y fauna (LOBO & ARAÚJO, 2003). Uno de los órdenes de insectos con mayor número de especies son los lepidópteros (GULLAN & CRANSTON, 2005), y aún así, se está observando que estos han disminuido su distribución recientemente (ASHER *et al.,* 2001; WILSON *et al.*, 2007) e incluso están decreciendo más rápidamente que otros grupos taxonómicos con los que se encuentran íntimamente relacionados, como las aves o las plantas vasculares (THOMAS *et al.,* 2004; CONRAD *et al*., 2006).

Con todo, en el ámbito europeo, los lepidópteros pertenecen a uno de los grupos de invertebrados de los que mejor se conoce su biología y distribución (KUDRNA, 2002; TOLMAN & LEWINGTON, 2002; GARCÍA-BARROS *et al.,* 2004). Su elección como grupo taxonómico de estudio se debe en gran parte a este hecho y a la existencia de una exhaustiva base de datos, a la relativa facilidad de inferir parcialmente su distribución gracias al carácter estenófago de sus larvas fitófagas (KOH, 2007), y por ser buenos indicadores de la calidad de conservación de los ecosistemas (NEW, 1995) y uno de los primeros grupos indicadores de la pérdida de biodiversidad (NEW, 1991; THOMAS *et al*., 2004; THOMAS, 2005).

Ante esta pérdida de diversidad, no sólo se hace necesario crear nuevos espacios, sino además comprobar qué tipo de protección están ofreciendo los espacios naturales protegidos actualmente disponibles. Para ello se consideró la región de Asturias (España) en la que actualmente casi un tercio de su territorio está declarado Espacio Natural Protegido. Se evaluó la idoneidad de la actual red de espacios naturales protegidos (ENPs) de Asturias para las mariposas diurnas, ya que la mayor parte de las reservas en el mundo se han establecido “ad hoc” (*sensu* PRESSEY, 1994) en zonas no aptas para el establecimiento humano o para la explotación económica; en base a criterios paisajísticos más que biológicos; por presión de grupos reducidos con mayor conciencia ambiental; por razones ajenas a la conservación (cotos de caza, etc.) (PRIMACK, 1993; COOPERRIDER *et al*., 1999; RODRIGUES *et al*., 1999). Además, las políticas de creación de espacios naturales protegidos en el caso de realizarse utilizando criterios biológicos, se han orientado normalmente hacia la protección de vertebrados, que atraen la atención del público y tienen gran valor simbólico, quedando en un segundo plano la protección de invertebrados (VERDÚ & GALANTE, 2006).

Además de comprobar la idoneidad de la red de espacios protegidos, se realizaron selecciones de áreas prioritarias para la conservación de las mariposas diurnas utilizando el principio de complementariedad para cubrir las carencias encontradas, comparando su eficacia con otros métodos. Diversos autores se han interesado por el estado de conservación de la fauna y flora de la Península Ibérica, utilizando en algunos casos metodologías similares. Se han realizado estudios con lepidópteros en España (CARRIÓN & MUNGUIRA, 2002; ROMO *et al.*, 2007), con reptiles y anfibios (DE LA MONTAÑA & REY BENAYAS, 2002; LOBO & ARAÚJO, 2003) y con otros grupos taxonómicos, como plantas vasculares (CASTRO *et al*., 1996). En Portugal se han realizado estudios combinando varios de estos grupos taxonómicos (anfibios, reptiles, pteridófitos, briófitos y gimnospermas; ARAÚJO, 1999). Aunque es un tema que se encuentra en alza también en otros territorios fuera de la Península Ibérica, como en las Islas Canarias, donde se han realizado trabajos con flora vascular endémica (REYES-BETANCORT *et al*., 2008); en Sudáfrica con flora vascular (LOMBARD *et al*., 1999); en Ar-

gentina con mamíferos (SOLANA *et al.*, 2004); y a nivel mundial con aves Procellariiformes (CHOWN *et al*., 1998).

En base a esto, se propuso utilizar la información corológica disponible de la distribución de mariposas diurnas en Asturias para alcanzar los siguientes objetivos:

1) Valorar si la red de espacios protegidos actual es adecuada para la conservación de las mariposas diurnas asturianas.
2) Detectar aquellas especies, si las hubiera, que no se encuentren presentes dentro de la red de espacios naturales protegidos.
3) Identificar el mínimo número de cuadrículas que alberguen la totalidad de especies de mariposas diurnas.
4) Comparar la eficacia de los diferentes métodos en la selección de áreas prioritarias.
5) Realizar una propuesta de conservación de las áreas más relevantes por su riqueza lepidopterológica.

Material y Métodos

Área de estudio

El área de estudio comprende la región de Asturias (España), situada en la costa septentrional de la Península Ibérica con una superficie de 10.603,57 km^2.

Las figuras de protección que se pueden encontrar en los Espacios Naturales Protegidos (ENPs) de Asturias comprenden los Parques Nacionales, Parques Naturales, Reservas de la Biosfera, Reservas Naturales, Paisajes Protegidos y Monumentos Naturales (www.asturias.es y www.europarces.org). En nuestro estudio, se consideraron como áreas protegidas aquellas en las que al menos el 15% de la superficie terrestre de la cuadrícula estaba ocupada por alguna de estas figuras de protección.

Como unidad geográfica de referencia se utilizaron cuadrículas de 10 x 10 km del sistema de proyección de coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator). Asturias se encuentra, por tanto, dividido en 143 cuadrículas aproximadamente de la misma área, con la excepción de aquellas cuadrículas situadas en las zonas limítrofes de esta región y de las situadas en la zona de compensación. Los topónimos utilizados se obtuvieron de la base de datos ATLAMAR (GARCÍA-BARROS *et al*., 2004).

Origen y tratamiento de los datos

Los datos utilizados de presencia de especies de mariposas diurnas (superfamilias Papilionoidea y Hesperioidea) proceden de MORTERA (2007) y de GARCÍA-BARROS *et al*. (2004), con un total de 145 especies y 7.535 registros. Para la nomenclatura de las especies se utilizó la de GARCÍA-BARROS *et al*. (2004) que sigue a grandes rasgos la de VIVES MORENO (1994).

Selección de áreas prioritarias y análisis de huecos

Una manera de evaluar la efectividad de los programas de conservación es contrastar las áreas de mayor riqueza de especies con las áreas que ocupa la red de espacios protegidos. Este contraste, conocido como “Gap Analysis” o análisis de huecos, permite identificar vacíos en la preservación de la biodiversidad y, si fuera necesario, proponer la designación de nuevas áreas a proteger. Por ello, primeramente se analizó el nivel de cobertura que proporciona la red de espacios protegidos de Asturias, comprobando la coincidencia entre ésta y el número de especies de mariposas diurnas registrado, verificando si todas las especies estaban representadas al menos una vez en la red de ENPs, mediante el programa ArcGIS 9.2 (ESRI, 2006).

IDONEIDAD DE LA RED DE ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS

Al comprobar si todas las especies de mariposas diurnas presentaban al menos una población incluida dentro de la red de espacios naturales protegidos, se observó que esto era cierto para todas las especies excepto para *Pyronia cecilia* (Vallantin, 1894), albergando los ENPs el 99,3% de la diversidad de mariposas diurnas asturianas. Esta proporción es más que considerable, teniendo en cuenta que el diseño de la red de espacios protegidos de Asturias no se hizo pensando en la protección de estos lepidópteros.

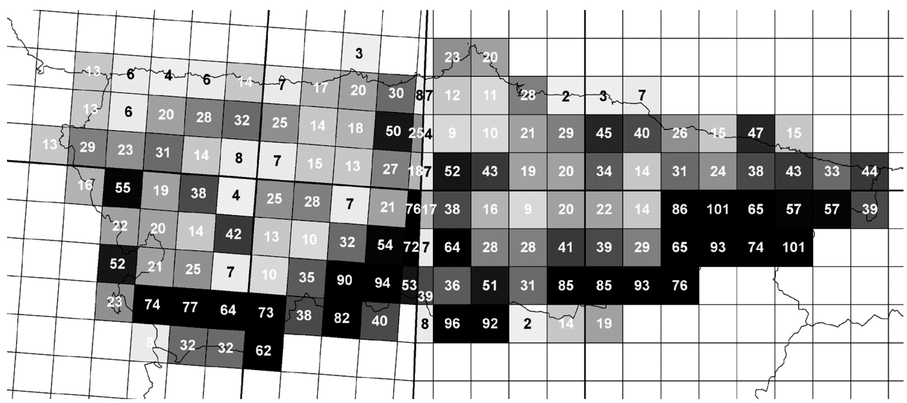


Figura 1.– Mapa de riqueza de especies de mariposas diurnas en el Principado de Asturias obtenido mediante la aplicación del programa WORLDMAP. El mayor número de especies diferentes por cuadrícula UTM de 10 km de lado se representa en negro y tonos oscuros.

N	Riqueza (%)	UTM 10x10	Localidad	ENP
101	69,7	30TUN39	Covadonga	Parque Nacional de los Picos de Europa
101	69,7	30TUN58	Sotres, Picos de Europa	Parque Nacional de los Picos de Europa
96	66,2	30TTN66	Puerto de la Cubilla, Lena	Parque Natural de Las Ubiñas y de la Mesa
94	64,8	29TQH37	Torrestio, Lagos de Somiedo	Parque Natural de Somiedo; Parque Natural de Las Ubiñas y de la Mesa
93	64,1	30TUN38	Valle del Dobra	Parque Nacional de los Picos de Europa, Parque Natural de Ponga
93	64,1	30TUN17	Puerto de Tarna	Parque Natural de Redes

Tabla I.– Cuadrículas con valores de riqueza relativa de mariposas diurnas más elevados respecto al total (145 especies). Se muestran las seis cuadrículas UTM que presentan los valores más altos de número de especies (N), la localidad donde se encuentran y el espacio natural protegido (ENP) donde se localizan.

SELECCIÓN DE ÁREAS

1. SELECCIÓN DE ÁREAS AUTOMÁTICA BASADA EN RIQUEZA ("GREEDY AREA SET")

El proceso selecciona una serie de cuadrículas por máxima complementariedad de riqueza en cada paso, de forma que todas las especies se encuentren representadas al menos una vez. Con esta opción se obtuvieron nueve cuadrículas que representaban todas las especies de mariposas diurnas (Fig. 2 y Tabla

II). En este caso todas las cuadrículas se concentraron a lo largo de la Cordillera Cantábrica, cinco en la zona este, tres en la parte central y otra en la zona oeste. El análisis de huecos mostró que la cuadrícula 29TPH76 no se encontraba dentro de la red de espacios naturales protegidos.

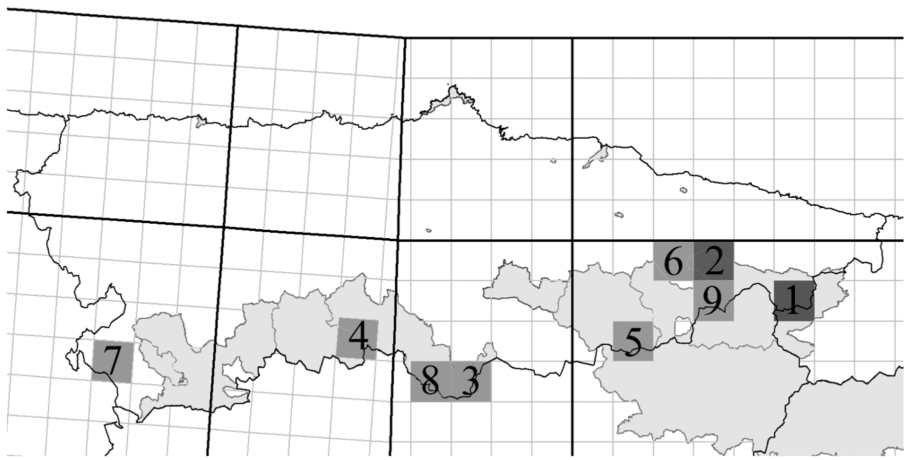


Figura 2.– Selección de áreas automática basada en riqueza ("Greedy area set") ordenadas jerárquicamente y su comparación con la red de espacios naturales protegidos (Parques Nacionales, Parques Naturales, Reservas Naturales, Paisajes Protegidos y Monumentos Naturales) representados en gris claro.

Criterio	Paso	UTM10X10	Localidad	EC	EA	ET	% R	ENP
"Greedy area set"	1	30TUN58	Sotres, Picos de Europa	101	101	101	69,7	Sí
	2	30TUN39	Covadonga	101	20	121	83,5	Sí
	3	30TTN76	Puerto de Pajares	92	10	131	90,3	Sí
	4	29TQH37	Torrestio, Lagos de Somiedo	94	4	135	93,1	Sí
	5	30TUN17	Puerto de Tarna	93	4	139	95,9	Sí
	6	30TUN29	Tornín	86	2	141	97,2	Sí
	7	29TPH76	Ibias	74	2	143	98,6	No
	8	30TTN66	Puerto de la Cubilla, Lena	96	1	144	99,3	Sí
	9	30TUN38	Valle del Dobra	93	1	145	100,0	Sí

Tabla II.– Cuadrículas prioritarias para la conservación de mariposas utilizando la selección de áreas complementarias basada en riqueza ("Greedy area set"). Se muestran: las localidades y cuadrículas UTM de 10 km de lado según el orden de selección, el número de especies citadas en esa cuadrícula (EC), el número de especies nuevas que se añaden en la selección (EA), el número de especies acumuladas (ET), el porcentaje de riqueza acumulada (% R) y su presencia (sí) o ausencia (no) en la red de espacios naturales protegidos (ENP).

Se repitió el análisis, requiriendo que cada especie se encontrara representada dos veces. El número de cuadrículas necesarias para ello fue 17. De estas 17 cuadrículas, todas menos tres (29TPH76, 30TTN99 y 30TUP41) se encontraban dentro de la red de espacios naturales protegidos.

2. Selección de áreas complementarias basada en rareza (NMS)

El juego mínimo de áreas para representar todas las especies al menos una vez basándose en criterios de rareza es de nueve cuadrículas UTM (Fig. 3, Tabla III). La mayoría de estas cuadrículas se concentraban a lo largo de la Cordillera Cantábrica, principalmente en la zona este. De las nueve, seis cuadrículas no podían ser reemplazadas por otras; las otras tres cuadrículas seleccionadas (selección 7, 8 y 9) podían ser reemplazadas por otras cuadrículas de forma que todas las especies siguiesen estando representadas al menos una vez (Fig. 4). El análisis de huecos ("Gap Analysis") reveló que sólo dos de estas áreas (29TPH76 y 29TQJ31) no se encontraban representadas en la red de espacios naturales protegidos (Tabla III).

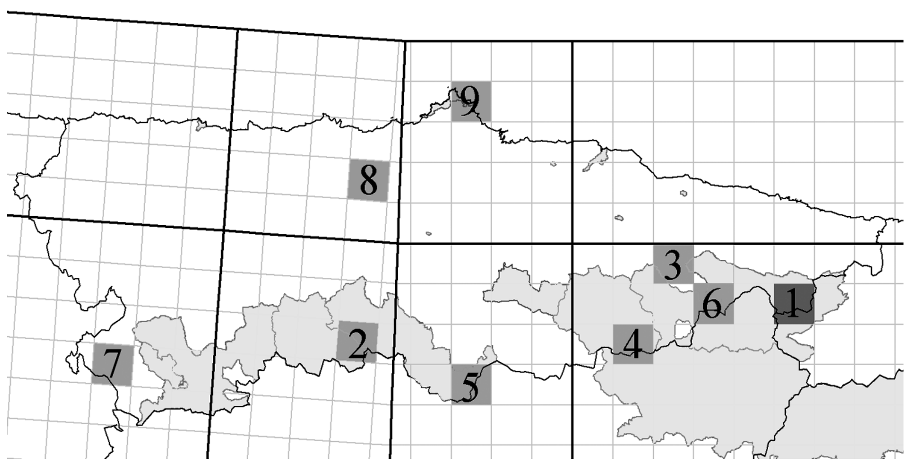


Figura 3.– Selección de áreas complementarias basada rareza (NMS) ordenadas jerárquicamente y su comparación con la red de espacios naturales protegidos.

Criterio	Paso	UTM10X10	Localidad	EC	EA	ET	% R	ENP	AR
NMS	1	30TUN58	Sotres, Picos de Europa	101	101	101	69,7	Sí	No
	2	29TQH37	Torrestio, Lagos de Somiedo	94	16	117	80,7	Sí	No
	3	30TUN29	Tornín	86	11	128	88,3	Sí	No
	4	30TUN17	Puerto de Tarna	93	6	134	92,4	Sí	No
	5	30TTN76	Puerto de Pajares	92	4	138	95,2	Sí	No
	6	30TUN38	Valle del Dobra	93	2	140	96,6	Sí	No
	7	29TPH76	Ibias	74	2	142	97,9	No	Sí
	8	29TQJ31	Corias, Pravia	50	2	144	99,3	No	Sí
	9	30TTP73	Candas	20	1	145	100,0	Sí	Sí

Tabla III.– Cuadrículas prioritarias para la conservación de mariposas utilizando la selección de áreas complementarias basada en rareza (NMS). Se muestran: las localidades y cuadrículas UTM de 10 km de lado según el orden de selección, el número de especies citadas en esa cuadrícula (EC), el número de especies nuevas que se añaden en la selección (EA), el número de especies acumuladas (ET), el porcentaje de riqueza acumulada (% R), su presencia (sí) o ausencia (no) en la red de espacios naturales protegidos (ENP) y si estas áreas son reemplazables (sí) o no (no) por otras cuadrículas (AR).

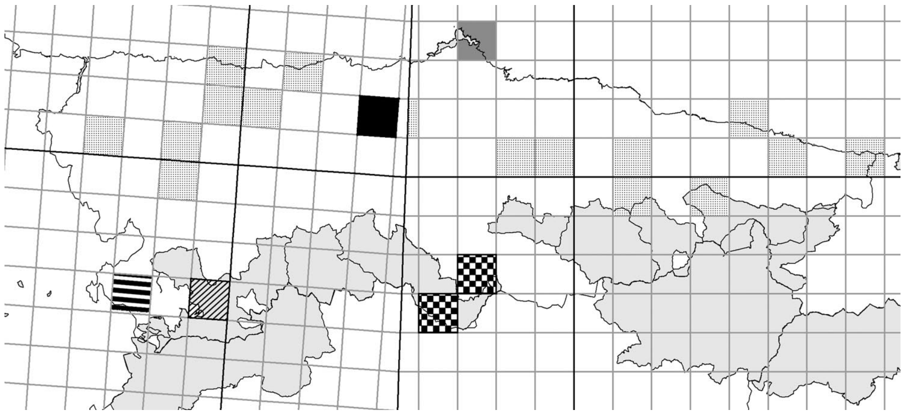


Figura 4.– Áreas reemplazables obtenidas con el programa WORLDMAP para la selección de áreas complementarias basada en rareza (NMS). Los tonos negro, gris y el tramado negro horizontal indican las cuadrículas inicialmente seleccionadas, las restantes tramas representan las cuadrículas alternativas por las que pueden ser reemplazadas. En negro se representa la cuadrícula 29TQJ31 (Corias, Pravia) y con trama de cuadros las dos cuadrículas por las que ésta puede ser sustituida. En tramado negro horizontal se muestra la cuadrícula 29TPH76 (Ibias) y con trama rayada diagonal la cuadrícula por la que ésta puede ser sustituida. En gris se distingue la cuadrícula 30TTP73 (Candas) y con trama punteada las cuadrículas por las que ésta puede ser sustituida.

Se realizó una nueva selección de áreas, considerando la representación de cada especie dos veces, siendo necesarias 17 cuadrículas para representar todas las especies, el mismo número que cuando se utilizó el criterio de áreas complementarias basada en riqueza. De las 17 nuevas cuadrículas seleccionadas, seis de ellas (29TPH76, 29TPJ90, 29TPJ91, 29TQJ31, 30TTN99 y 30TUN79) no se encontraban dentro de la red de espacios naturales protegidos.

3. Selección de áreas basada en "hotspots" de riqueza y rareza

Esta opción escoge sucesivamente aquellas cuadrículas que poseen una mayor riqueza de especies o aquellas cuadrículas que poseen un mayor número de especies consideradas raras, respectivamente. De aquí en adelante, para una posterior comparación, al trabajar con presencia de la especie una sola vez se seleccionaron las nueve primeras cuadrículas, que fue el mínimo número de áreas elegido cuando se utilizaron selecciones de áreas basadas en algoritmos heurísticos, y con 17 cuadrículas en el caso de presencia de la especie dos veces, por el mismo motivo.

Para su simplificación, se muestran simplemente los resultados gráficos y la tabla correspondientes a los resultados obtenidos en los análisis considerando los "hotspots" de riqueza, debido a su notable similitud con los obtenidos mediante los "hotspots" de rareza.

Las nueve cuadrículas seleccionadas como puntos de máxima diversidad de riqueza, al igual que las de rareza, absorbieron el 98,6% de las especies de mariposas diurnas presentes (Fig. 5 y Tabla IV). Se concentraron a lo largo de la Cordillera Cantábrica, en las zonas centro y este. El análisis de huecos reveló que todas se encontraban dentro de la red de espacios naturales protegidos.

Ocho de las nueve cuadrículas seleccionadas siguiendo el criterio de "hotspots" de rareza son las mismas, aunque en diferente orden, que las seleccionadas siguiendo el criterio de "hotspots" de riqueza. Con el criterio de rareza, Picos de Europa y el Puerto de la Tarna son las primeras cuadrículas seleccionadas, mientras que con el criterio de riqueza este puesto lo ostentan las cuadrículas de

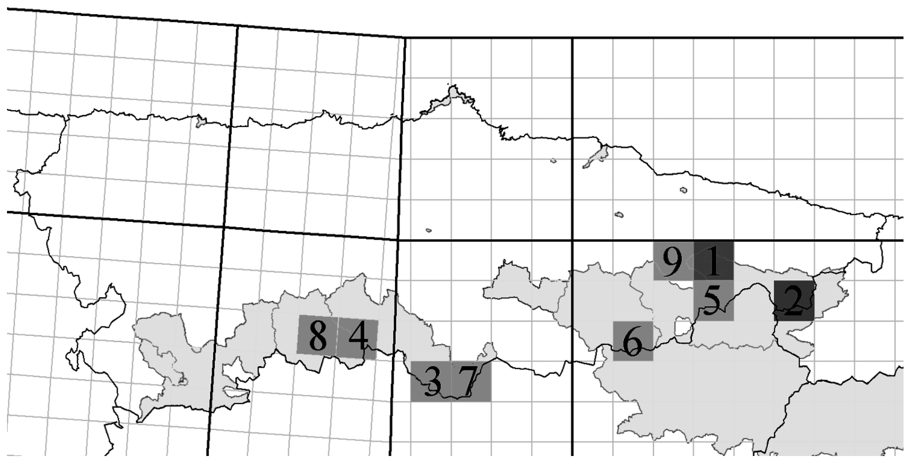


Figura 5.– Selección de áreas basada en "hotspots" de riqueza ordenadas jerárquicamente y su comparación con la red de espacios naturales protegidos.

Criterio	Paso	UTM10X10	Localidad	EC	EA	ET	% R	ENP
"Hotspots" de riqueza	1	30TUN39	Covadonga	101	101	101	69,7	Sí
	2	30TUN58	Sotres, Picos de Europa	101	20	121	83,5	Sí
	3	30TTN66	Puerto de la Cubilla, Lena	96	8	129	88,9	Sí
	4	29TQH37	Torrestio, Lagos de Somiedo	94	4	133	91,7	Sí
	5	30TUN38	Valle del Dobra	93	2	135	93,1	Sí
	6	30TUN17	Puerto de Tarna	93	3	138	95,2	Sí
	7	30TTN76	Puerto de Pajares	92	3	141	97,2	Sí
	8	29TQH27	Pola de Somiedo	90	0	141	97,2	Sí
	9	30TUN29	Tornín	86	2	143	98,6	Sí

Tabla IV.– Selección de cuadrículas prioritarias para la conservación de mariposas según puntos de máxima diversidad de riqueza. Se muestran: las localidades y cuadrículas UTM de 10 km de lado según el orden de selección, el número de especies citadas en esa cuadrícula (EC), el número de especies nuevas que se añaden en la selección (EA), el número de especies acumuladas (ET), el porcentaje de riqueza acumulada (% R) y su presencia (sí) o ausencia (no) en la red de espacios naturales protegidos (ENP).

Covadonga y Picos de Europa, quedando relegada la cuadrícula de Covadonga a la sexta posición con el criterio de "hotspots" de rareza. La cuadrícula 29TQH27 (Pola de Somiedo) no aparece cuando se consideran los "hotspots" de rareza, siendo sustituida por la cuadrícula 29TQH26 (Puerto de Somiedo).

Se seleccionaron las 17 primeras cuadrículas que poseían una mayor riqueza de especies, comprobando si representaban a todas las especies por lo menos dos veces. Según esta selección, seis especies (*Argynnis niobe* (Linnaeus, 1758), *Erebia manto* (Denis y Schiffermüller, 1775), *E. neoridas* (Boisduval, 1828), *Pyronia cecilia, Maculinea nausithous* (Bergsträsser, [1779]) y *M. alcon* (Linnaeus, 1758)), sólo se encuentran representadas una vez. De hecho, simplemente logra la inclusión de todas las especies al menos una vez con la cuadrícula seleccionada en el paso 17 (cuadrícula 29TPH76).

Las 17 áreas seleccionadas para intentar representar dos veces a cada especie con el criterio de "hotspots" de rareza fueron las mismas que se obtuvieron bajo el criterio de "hotspots" de riqueza, aunque el orden en la selección de las cuadrículas no fue el mismo. Con este orden diferente se alcanza el 100% de la representación de todas las especies una vez con la cuadrícula seleccionada en el paso 15 (cuadrícula 29TPH76).

En ambos casos, de estas 17 áreas seleccionadas, tres de ellas (cuadrículas 29TPH76, 29TQH49 y 30TTN97) no se encontraban dentro de la red de espacios naturales protegidos.

4. Selecciones de áreas al azar

Se comprobó la eficacia de las selecciones obtenidas en los apartados anteriores frente a una selección de áreas al azar. Se seleccionaron nueve cuadrículas que de media incluyeron 105,6 especies, representando un 72,8% de la riqueza total de mariposas diurnas (Tabla V).

Selecciones	**Nº de cuadrículas UTM**	**Especies**	**% R**
Al azar*	9	105,6 ± 0,4	72,8
NMS	9	145	100,0
"Greedy area set"	9	145	100,0
"Hotspots" riqueza	9	143	98,6
"Hotspots" rareza	9	143	98,6
ENP (> 15%)	43	144	99,3

Tabla V.– Porcentaje de representación de las especies de mariposas diurnas de acuerdo a diferentes estrategias de selección (ver texto). Se muestra el número de cuadrículas UTM consideradas de 10 km de lado, el número de especies que reúnen y el porcentaje de riqueza acumulada (%R). Se consideraron los espacios naturales protegidos que abarcaran al menos el 15% de la superficie terrestre de la cuadricula (ENP (> 15%)). El asterisco (*) indica la media ± la desviación estándar.

5. Comparación de métodos

Las selecciones de áreas complementarias permitieron representar el 100% de las especies de mariposas con tan sólo nueve cuadrículas (considerando a cada especie sólo una vez), siendo más eficientes que las selecciones basadas en "hotspots" de riqueza, "hotspots" de rareza, que las selecciones aleatorias y que la actual red de espacios protegidos (Tabla V). Las selecciones de áreas complementarias basadas en rareza permitieron sin embargo seleccionar cuadrículas dispuestas de forma más dispersa por el territorio, incluyendo zonas costeras, y no simplemente cuadrículas situadas en la Cordillera Cantábrica. Para dos poblaciones resultaron ser también las más eficientes, debido a que sólo se consiguió el 100% de la representación con las selecciones de áreas complementarias.

Propuesta de conservación

En base a los resultados obtenidos de presencia de una o dos poblaciones dentro de la red de espacios naturales protegidos y de la ausencia de una especie en dicha red, se consideran nueve cuadrículas que deberían tenerse en cuenta en una hipotética ampliación de la red de espacios (Fig. 6). De ellas, resultan especialmente prioritarias las cuadrículas de Ibias (29TPH76) y Corias (29TQJ31), para proteger al menos una población de cada especie.

IBIAS (cuadrícula 29TPH76). Presenta 74 especies, y es seleccionada por los "hotspots" de riqueza y rareza para dos poblaciones, por la selección de áreas complementarias basada en riqueza y la basada en rareza para una y dos poblaciones.

CORIAS, PRAVIA (cuadrícula 29TQJ31). Este área presenta 50 especies, y es seleccionada por

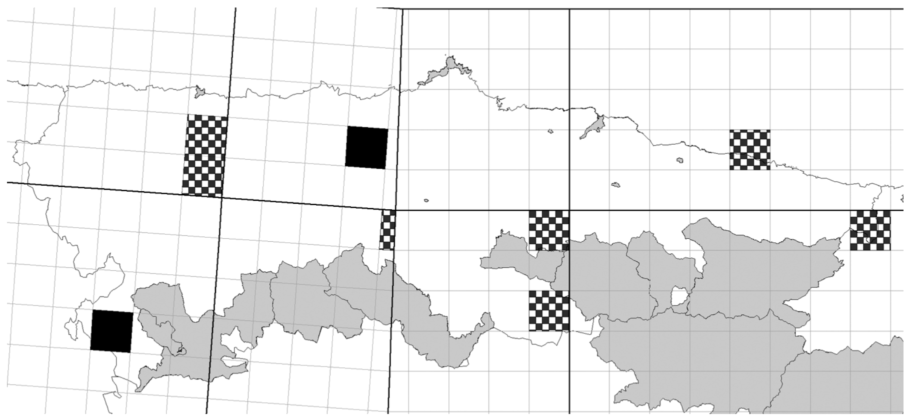


Figura 6.– Propuesta de conservación de cuadrículas prioritarias para las especies de mariposas diurnas de Asturias que se encuentran fuera de la actual red de espacios protegidos (gris claro). En negro se presentan las cuadrículas propuestas considerando una población y con trama de cuadros (además de las negras) las propuestas considerando dos poblaciones.

el criterio de complementariedad basado en rareza para albergar al menos una población de cada especie.

POLA DE LAVIANA (cuadrícula 30TTN99). Este área que contiene 20 especies tiene importancia a la hora de albergar al menos dos poblaciones de cada una de las especies con el criterio de complementariedad basado en rareza.

MONTE DEL VALLÍN, LUARCA (cuadrícula 29TPJ91). Presenta 32 especies y es seleccionada por criterios de complementariedad basada en rareza para representar dos veces a cada especie.

PANES (cuadrícula 30TUN79). Se localizan 39 especies y añade información a la hora de albergar al menos dos poblaciones de cada una de las especies con el criterio de complementariedad basado en rareza.

NAVELGAS, VALDES (cuadrícula 29TPJ90). Sólo presenta ocho especies, añadiendo información sobre la segunda población de cada especie en zonas alejadas de la Cordillera Cantábrica, como es el caso para *Melitaea trivia* (Denis y Schiffermüller, 1775).

PROAZA (cuadrícula 29TQH49). Presenta una alta diversidad (76 especies), entre las que destacan dos especies amenazadas (*Maculinea arion* (Linnaeus, 1758) y *Euphydryas aurinia* (Rottemburg, 1775)), siendo un área destacable a conservar.

FELECHOSA, ALLER (cuadrícula 30TTN97). En su territorio se localizan 85 especies, entre ellas las amenazadas *Parnassius apollo* (Linnaeus, 1758) y *E. aurinia,* siendo seleccionada por ser un punto de gran diversidad de especies tanto por criterios de riqueza como de rareza.

NUEVA (cuadrícula 30TUP41). Esta cuadrícula seleccionada por complementariedad de áreas basada en riqueza, contiene 47 especies.

Discusión

Asturias es una comunidad autónoma española que cuenta con una gran diversidad de especies de mariposas diurnas. Por una parte, en este trabajo se recopilaron 145 especies de mariposas pertenecientes a las superfamilias Papilionoidea y Hesperioidea, frente al total de mariposas diurnas de la Península Ibérica (230 especies; GARCÍA-BARROS *et al.*, 2004). Entre estas especies, cabe destacar la pre-

sencia de cuatro endemismos en territorio asturiano de los 15 existentes en toda la península (GARCÍA-BARROS *et al.,* 2000). Si comparamos la superficie que ocupa Asturias (1,8%) con la riqueza de mariposas diurnas que habitan en su territorio (63,0% del total de especies y el 26,7% de las especies endémicas), podemos aseverar que nos encontramos con un área que posee una gran diversidad lepidopterológica. Las cuadrículas que presentaron mayor diversidad (101 especies) fueron las cuadrículas 30TUN39 (Covadonga) y 30TUN58 (Sotres), ambas dentro del Parque Nacional de los Picos de Europa. En general, las áreas de mayor biodiversidad se detectaron en la Cordillera Cantábrica, lo que podría deberse a una serie de factores como serían un mayor número de pisos bioclimáticos en las zonas montañosas que en las zonas bajas, al papel como refugio de flora y fauna de la Península Ibérica durante los periodos glaciares, y a que las altas montañas han actuado como resguardo de la biodiversidad ante la presión humana. En las zonas montañosas los grandes desniveles existentes entre los fondos de los valles y la zona de cumbres implican notables diferencias climáticas, cada vez más rigurosas a medida que ascendemos (GONZÁLEZ, 2006), formando diversos nichos ecológicos que pueden ser ocupados por diferentes especies. Por ejemplo, en la zona de los Picos de Europa, donde observamos la mayor diversidad de mariposas diurnas, hay fondos de valles que bajan incluso hasta los 300 m y cumbres por encima de los 2.600 m. Además, en los períodos glaciales del Pleistoceno, la Península Ibérica actuó como zona de refugio para la flora y fauna eurosiberiana, debido a las condiciones de frío extremo que empujaron a la fauna y flora a desplazar sus áreas de distribución hacia latitudes más térmicas, como las presentes en las penínsulas mediterráneas. Al mejorar el clima, núcleos de especies de origen eurosiberiano se refugiaron en las áreas montañosas ibéricas, quedando algunas aisladas del resto de sus poblaciones (DENNIS *et al.,* 1995; TABERLET *et al.,* 1998). También las montañas son zonas de alta diversidad debido a las dificultades que imponen al desarrollo de las actividades humanas, derivado de factores intrínsecos a la misma (como la altitud y sus implicaciones morfoclimáticas, y una topografía de fuertes pendientes y desniveles, entre otros). Todo ha condicionado una menor intensidad de los usos y aprovechamientos humanos, actuando como refugios de la vida salvaje, mientras que el paisaje natural de la mayoría de las tierras bajas hace tiempo que sucumbió a la presión antrópica. Es posible que aunque la mayor diversidad se encuentre en las áreas montañosas, la riqueza de especies de la zona oeste y de las zonas costeras esté siendo subestimada debido al poco esfuerzo de muestreo realizado en estas zonas, como se recoge en ROMO & GARCÍA-BARROS (2005).

La finalidad de realizar un análisis de áreas complementarias es comprobar qué carencias posee la red actual de espacios protegidos y por tanto, ver qué necesidades de ampliación existen. En el caso de la red de espacios naturales protegidos de Asturias, el diseño es aceptable, ya que contiene al menos una población de cada especie, a excepción de la especie *Pyronia cecilia*, protegiendo actualmente el 99,3% de la riqueza de especies de mariposas diurnas. Esta mariposa (*P. cecilia*), de tendencia xerófila y mediterránea, sólo se encuentra en tres cuadrículas UTM en territorio asturiano, encontrándose en los límites septentrionales de su distribución en este territorio. La inclusión de prácticamente todas las especies de mariposas diurnas asturianas en la red de espacios naturales protegidos es más que notable si tenemos en cuenta que muchas de las áreas se han establecido "ad hoc" con propósitos diferentes a la protección de la biodiversidad o teniéndola en una baja consideración (menos aún en el caso de los invertebrados). Además en este caso, en la práctica, los recursos se dirigen hacia la protección de unas pocas especies con el menor gasto económico posible. Estas especies se denominan especies "paraguas" porque normalmente son especies de gran tamaño, y en consecuencia llamativas, y por ello carismáticas, esperando que esto beneficie simultáneamente al resto de especies de la misma comunidad (CASTAÑO-VILLA, 2006). Por ejemplo, la creación del Parque Natural de Somiedo (declarado en 1988) se fundamentó en la presencia de núcleos significativos de osos pardos (*Ursus arctos* Linnaeus, 1758), actuando el oso como especie paraguas del resto del ecosistema. En este caso, la creación de espacios protegidos basados en especies "paraguas" ha sido eficaz para las especies de mariposas diurnas, aunque no siempre una selección de reservas realizada basada en otros criterios o grupos taxonómicos ha resultado satisfactoria para los restantes grupos taxonómicos, mostrando una baja idoneidad en la representatividad de la red de espacios protegidos (p. ej. CASTRO *et al*., 1996; ARAÚJO, 1999).

Se observaron diferencias en la eficacia de los distintos métodos con los que se realizaron las se-

lecciones de áreas utilizadas para proponer una ampliación de la red de ENPs existente. Las selecciones más eficaces fueron las que utilizan algoritmos con el criterio de complementariedad (el grado en que una nueva cuadrícula añade nuevas especies no representadas en las cuadrículas seleccionadas anteriormente), de acuerdo con los resultados obtenidos por otros autores como CASTRO *et al.* (1996), CSUTI *et al.* (1997), ARAÚJO (1999), LOBO & ARAÚJO, (2003) y ROMO *et al*. (2007). Además, si la solución obtenida es irrealizable, es posible buscar selecciones alternativas de áreas que no disminuyan la representación de las especies, lo que proporciona valiosas herramientas a la hora de seleccionar territorios destinados a planes de conservación. CSUTI *et al.* (1997) valoran la eficacia de los algoritmos basados en rareza en lugar de los basados en riqueza, por lo que se da prioridad a las cuadrículas elegidas por este método. Aunque en nuestro caso los dos algoritmos seleccionaran de forma similar el mismo número de cuadrículas, las selecciones de áreas complementarias basadas en rareza mostraron cuadrículas dispersas por el territorio asturiano y no sólo concentradas sobre la Cordillera Cantábrica como ocurre con las obtenidas por la selección basada en riqueza.

Estas selecciones basadas en áreas complementarias pueden ser utilizadas a muy diferentes escalas. En una escala regional como la aquí utilizada, para la inclusión de al menos una población de cada una de las 145 especies de mariposas diurnas, fueron necesarias nueve cuadrículas repartidas principalmente, como ya se ha indicado, a lo largo de la Cordillera Cantábrica; un número no muy elevado que indica la concentración de las especies de mariposas asturianas en dicha cordillera. Estas nueve cuadrículas, representan el 8,5% del territorio asturiano. Si bien es cierto que la inclusión de una población no garantiza la supervivencia de esa especie a largo plazo, ya que cualquier población de una especie puede extinguirse localmente a causa de factores ambientales o a causa del impacto de actividades humanas, este método favorece la protección efectiva de una zona de hábitat favorable para la supervivencia de la especie. En la Península Ibérica y Baleares, para el mismo grupo taxonómico (230 especies) fueron necesarias 16 cuadrículas (ROMO *et al*., 2007), un número próximo al aquí obtenido teniendo en cuenta la mayor superficie y número de especies considerado, comprobando otra vez como la mayor diversidad de mariposas diurnas se concentra en las áreas montañosas ibéricas. También en la Península Ibérica y Baleares, trabajando con otros grupos taxonómicos, LOBO & ARAÚJO (2003) consiguen representar al 100% de los reptiles (43 especies) con nueve cuadrículas y a todos los anfibios (27 especies) con sólo cinco cuadrículas. Este número tan bajo de cuadrículas se debe a que los mayores puntos de biodiversidad en la Península se concentran en pocos lugares, en el caso de los reptiles principalmente en las regiones montañosas y zonas costeras del sur y el este, y en el caso de los anfibios al norte y al oeste de la Península. Para el caso conjunto de vertebrados terrestres, se identificaron hasta un 30% de áreas de alta diversidad que no se encuentran dentro de ningún espacio protegido (REY BENAYAS & DE LA MONTAÑA, 2003). En el mismo territorio, CASTRO *et al*. (1996) necesitan 140 áreas para representar, al menos una vez, 801 especies de flora vascular ibérica. Es comprensible este número mucho mayor de cuadrículas si se compara el número de especies de flora vascular con el de los taxones anteriormente nombrados, aunque se observa de nuevo, que los puntos de mayor diversidad se concentran principalmente en las regiones montañosas, especialmente en Pirineos y Sierra Nevada en el caso de la flora vascular. En la provincia de Tucumán (Argentina), que ocupa aproximadamente el doble de superficie que Asturias (España), se necesitaron 19 celdas de 10 por 12 km para la protección de 91 especies de mamíferos (SOLANA *et al.*, 2004), indicando una menor concentración de la diversidad de especies de mamíferos en esta provincia argentina que en el caso de las mariposas diurnas. A una escala mundial, CHOWN *et al*. (1998) seleccionaron 65 cuadrículas para la protección de las colonias de cría de las 108 especies de los Procellariiformes, de forma que cada una estuviera representada tres veces. Se ve por tanto, que los algoritmos de selección de áreas prioritarias que incluyen el principio de complementariedad ofrecen resultados bastantes satisfactorios, incluyendo toda la diversidad de especies que se considere, con un numero bastante limitado de áreas, pudiendo ser aplicado en muy diversos ámbitos espaciales y taxonómicos.

De entre las nueve cuadrículas propuestas para una posible ampliación de la red de espacios naturales protegidos al no encontrarse actualmente en ella, es de mayor interés la cuadrícula de Ibias (29TPH76) seleccionada en todos los casos, tanto por criterios de riqueza como por criterios de rareza,

con lo que presenta especies clave para la fauna de mariposas asturianas, además de presentar especies de interés conservacionista como el oso pardo (*Ursus arctos*) y el urogallo (*Tetrao urogallus* Linnaeus, 1758). Además, es una de las tres cuadrículas en las que *P. cecilia* alcanza el límite de su distribución septentrional, y a pesar de no ser una especie rara en la Península Ibérica ni encontrarse bajo ningún criterio de protección, es interesante considerar esta cuadrícula con fines conservacionistas para lograr de este modo albergar al menos una población de todas las especies de mariposas diurnas asturianas. Otra cuadrícula de interés es Corias (Pravia, 29TQJ31) necesaria para albergar al menos una población de cada especie de mariposa diurna de Asturias, añadiendo las especies raras *Carchadorus flocciferus* Zeller, 1847 y *Polyommatus escheri* (Hübner, [1823]) por el criterio de complementariedad basado en rareza a la selección. Las demás cuadrículas propuestas tienen interés a la hora de albergar al menos dos poblaciones de cada una de las especies con el criterio de complementariedad basado en rareza, o por ser cuadrículas que presentan una gran riqueza de especies (algunas de especial interés), siendo necesarias para paliar posibles efectos futuros de la degradación o alteración de su hábitat actual.

La designación de alguna de estas cuadrículas ayudaría a mejorar y ampliar la red de espacios protegidos de Asturias, no sólo para conseguir albergar al menos una vez a cada especie de mariposa diurna, sino para aumentar el número de poblaciones protegidas de cada especie, evitando de esta manera posibles daños futuros. Obviamente, proponer nuevas áreas no es una medida suficiente, se deberá velar por los sitios ya conservados, manteniendo en buen estado los actuales espacios protegidos y evitando, en la medida de lo posible, su destrucción o alteración.

Agradecimientos

Queremos agradecer a Enrique, Pilar, Miguel, Pepe, Gareth y Lucía, por los comentarios y sugerencias de inestimable valor en las versiones previas de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

ARAÚJO, M. B., 1999.– Distribution patterns of biodiversity and the design of a representative reserve network in Portugal.– *Divers. Distrib.,* **5**: 151-163.

ASHER, J., WARREN, M. S., FOX, R., HARDING, P. T., JEFFCOATE, G. & JEFFCOATE, S., 2001.– *The Millennium Atlas of Butterflies in Britain and Ireland*: 433 pp. Oxford University Press. Oxford.

CARRIÓN, J. & MUNGUIRA, M. L., 2002.– Conservación de mariposas diurnas en los parques protegidos de España peninsular.– *Ecología*, **16**: 287-302.

CASTAÑO-VILLA, G. J., 2006.– Áreas protegidas, criterios para su selección y problemáticas en su conservación.– *Boln cient. Mus. Hist. nat.*, **10**: 79-101.

CASTRO, I., MORENO, J. C., HUMPHRIES, C. J. & WILLIAMS, P. H., 1996.– Strengthening the natural and national park system of Iberia to conserve vascular plants.– *Bot. J. Linn. Soc.,* **121**: 189-206.

CHOWN, S. L., GASTON, K. J. & WILLIAMS, P. H., 1998.– Global patterns in species richness of pelagic seabirds: the Procellariiformes.– *Ecography,* ***21*****:** 342-350.

COOPERRIDER, A., DAY, S. & JACOBY, C., 1999.– The bioreserve strategy for conserving biodiversity. *In*: R. K. BAYDACK, H. CAMPA III & J. B. HAUFLER Eds.– *Practical approaches to the conservation of biological diversity*: 35-53. Island Press, Washington D. C.

CONRAD, K. F., WARREN, M. S., FOX, R., PARSONS, M. S. & WOIWOD, I. P., 2006.– Rapid declines of common, widespread British moths provide evidence of an insect biodiversity crisis.– *Biol. Conserv.*, **132**(3): 279-291.

CSUTI, B., POLASKY, S., WILLIAMS, P. H., PRESSEY, R. L., CAMM, J. D., KERSHAW, M., KIESTER, A. R., DOWNS, B., HAMILTON, R., HUSO, M. & SAHR, K., 1997.– A comparison of reserve selection algorithms using data on terrestrial vertebrates in Oregon.– *Biol. Conserv.*, **80**(1): 83-97.

DENNIS, R. L. H., SHREEVE, T. G. & WILLIAMS, W. R., 1995.– Affinity gradients among European butterflies: evidence for an historical component to species distributions.– *Entomologist's Gaz.*, **46**: 141-153.

DE LA MONTAÑA, E. & REY-BENAYAS, J. M., 2002.– ¿Coinciden los espacios naturales protegidos con las áreas relevantes de diversidad de herpetofauna en España peninsular y Baleares?.– *Ecosistemas*, **2** (URL: http://www.aeet.org/ecosistemas/022/investigacion2.htm).

ESRI (ENVIRONMENTAL SCIENCE RESEARCH INSTITUTE), 2006.– *Arc-GIS 9.2*. Environmental Science Research Institute, Redlands, California, USA. www.esri.com

GARCÍA-BARROS, E., GARCIA-PEREIRA, P. & MUNGUIRA, M. L., 2000.– The geographic distribution and state of butterfly Faunistics studies in Iberia (Lepidoptera Papilionidea Hesperioidea).– *Belgian J. Ent.*, **2**: 111-124.

GARCÍA-BARROS, E., MUNGUIRA, M. L., MARTÍN CANO, J., ROMO BENITO, H., GARCIA-PEREIRA, P. & MARAVALHAS, E., 2004.– *Atlas de las mariposas diurnas de la Península Ibérica e Islas Baleares. Atlas of the butterflies of the Iberian Peninsula and Balearic Islands (Lepidoptera: Papilionoidea & Hesperioidea)*.– *Monografías S. E. A.*, **11**: 228 pp.

GONZÁLEZ, J. J., 2006.– *El Macizo Central de los Picos de Europa: geomorfología y sus implicaciones geoecológicas en la alta montaña cantábrica*: 819 pp. Tesis doctoral. Universidad de Cantabria. Santander. http://www.tesisenred.net/TDR-0327107-134858

GULLAN, P. J. & CRANSTON, P. S., 2005.– *The Insects: An Outline of Entomology*: 505 pp. Karina Hansen McInnes, Oxford.

KIRKPATRICK, J. B., 1983.– An iterative method for establishing priorities for the selection of nature reserves: an example from Tasmania.– *Biol. Conserv.,* **25**: 127-134.

KOH, L. P., 2007.– Impacts of land use change on South-east Asian forest butterflies: a review.– *J. appl. Ecol.*, **44**: 703-713.

KUDRNA, O., 2002.– The distribution atlas of European Butterflies.– *Oedippus,* **20**: 1-342.

LOBO, J. M. & ARAÚJO, M. B., 2003.– La aplicación de datos faunísticos para el diseño de redes de reservas: el caso de los anfibios y reptiles de la Península Ibérica.– *Graellsia*, **59**(2-3): 399-408.

LOMBARD, A. T., HILTON-TAYLOR, C., REBELO, A. G., PRESSEY, R. L. & COWLING, R. M., 1999.– Reserve selection in the Succulent Karoo, South Africa: coping with high compositional turnover.– *Pl. Ecol.,* **142**: 35-55.

MARGULES, C. R., NICHOLLS, A. O. & PRESSEY, R. L., 1988.– Selecting networks of reserves to maximise biological diversity.– *Biol. Conserv.*, **43**: 63-76.

MÉNDEZ, M., 2003.– Avances en la selección de reservas naturales ornitológicas.– *El Draque*, **4**: 243-257.

MORTERA, H., 2007.– *Mariposas de Asturias*: 240 pp. Gobierno del Principado de Asturias, Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Rural, Oviedo.

MYERS, N., MITTERMEIER, R. A., MITERMEIER. C. G., DA FONSECA, G. A. B & KENT, J., 2000.– Biodiversity hotspots for conservation priorities.– *Nature,* **403**: 853-858.

NEW, T. R., 1991.– *Butterfly conservation*: 238 pp. Oxford University Press. Oxford.

NEW, T. R., 1995.– *An Introduction to Invertebrate Conservation Biology*: 194 pp. Oxford University Press, Oxford.

PRESSEY, R.L., 1994.– Ad hoc reservations: forward or backward steps in developing representative reserve systems?.– *Conserv. Biol.,* **8**: 662-668.

PRIMACK, R. B., 1993.– *Essentials of Conservation Biology*: 564pp. Sinauer, Sunderland, U. S. A.

PRIMACK, R. B. & ROS, J., 2002.– *Introducción a la biología de la conservación*: 375 pp. Ariel Ciencia, Barcelona.

REY-BENAYAS, J. M. & DE LA MONTAÑA, E., 2003.– Identifying areas of high-value vertebrate diversity for strengthening conservation.– *Biol. Conserv.*, **114**(3): 357-370.

REYES-BETANCORT, J. A., SANTOS, A., ROSANA I., HUMPHRIES, C. J. & CARINE, M. A., 2008.– Diversity, rarity and the evolution and conservation of the Canary Islands endemic flora.– *An. Jard. bot. Madr.*, **65**(1): 25-45.

RODRIGUES, A. S. L., TRATT, R., WHEELER, B. D. & GASTON, K. J., 1999.– The performance of existing networks of conservation areas in representing biodiversity.– *Proc. R. Soc. Lond.* B, **266**: 1453-1460.

ROMO, H. & GARCÍA-BARROS, E., 2005.– Distribución e intensidad de los estudios faunísticos sobre mariposas diurnas en la Península Ibérica e islas Baleares (Lepidoptera, Papilionoidea y Hesperioidea).– *Graellsia,* **61**(1): 37-50.

ROMO, H., MUNGUIRA, M. L. & GARCÍA-BARROS, E., 2007.– Area selection for the conservation of butterflies in the Iberian Peninsula and Balearic Islands.– *Anim. Biodiver. Conserv.*, **30.1**: 7-27.

SOLANA, M., BENJAMIN, J. & OJEDA, R. A., 2004.– Puntos calientes para la conservación de mamíferos en la provincia de Tucumán, Argentina.– *Mast. Neotrop.*, **11**(1): 55-67.

TABERLET, P., FUMAGALLI, L., WOST-SAUCY, A. G. & COSSON, J. F., 1998.– Comparative phylogeography and postglacial colonization routes in Europe.– *Molec. Ecol.*, **7**(4): 453-464.

THOMAS, J. A., TELFER, M. G., ROY, D. B., PRESTON, C. D., GREENWOOD, J. J. D., ASHER, J., FOX, R., CLARKE, R. T. & LAWTON, J. H., 2004.– Comparative losses of British butterflies, birds, and plants and the global extinction crisis.– *Science*, **303**(5665): 1879-1881.

THOMAS, J. A., 2005.– Monitoring change in the abundance and distribution of insects using butterflies and other indicator groups.– *Phil. Trans. R. Soc. B*, **360**(1454): 339-57.

TOLMAN, T. & LEWINGTON, R., 2002.– *Guía de las Mariposas de España y Europa*: 320 pp. Lynx Edicions, Barcelona.

VERDÚ, J. R. & GALANTE, E., eds. 2006.– *Libro Rojo de los Invertebrados de España*: 411 pp. Dirección General de Conservación de la Naturaleza, Madrid.

VIVES MORENO, A., 1994.– *Catálogo sistemático y sinonímico de los lepidópteros de la Península Ibérica y Baleares (Insecta: Lepidoptera) (Segunda Parte)*: 775 pp. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.

WILLIAMS, P. H., 1997.– *WORLDMAP iv WINDOWS: Software and help document 4.1*. Version 4.17.08. Privately distributed, London.

WILSON, R. J., GUTIÉRREZ, D., GUTIÉRREZ, J. & MONSERRAT, V. J., 2007.– An elevational shift in butterfly species richness and composition accompanying recent climate change.– *Global Change Biol.*, **13**(9): 1873-1887.

J. P. V. & *H. R.
Departamento de Biología (Zoología)
Universidad Autónoma de Madrid
Darwin, 2
E-28049 Cantoblanco (Madrid)
ESPAÑA / *SPAIN*
E-mail: helena.romo@uam.es

*Autor para la correspondencia / *Corresponding autor*

(Recibido para publicación / *Received for publication* 23-XII-2009)
(Revisado y aceptado / *Revised and accepted* 24-III-2010)
(Publicado / *Published* 30-VI-2010)